

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Зварювальний факультет

Кафедра електрозварювальних установок

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

В.о. Завідувач кафедри

_____ І.О. Скачков

«___» _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: «Установка для зварювання кришки фільтра»

Виконав :

студент II курсу, групи ЗА-71мп

Бобровник В.О.

Керівник:

Д.т.н., Професор Рижов Р.М.

Консультант з охорони праці та цивільного захисту:

Д.т.н., Професор Левченко О.Г.

Рецензент:

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____

Київ – 2018 року

Зміст

1.АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ВИРОБУ, ЙОГО МАТЕРІАЛУ, ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВАРЮВАННЯ.....	9
1.1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД МАТЕРІАЛУ ВИРОБУ	11
1.2. МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛУ	11
1.3. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛУ	12
1.4. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ.....	14
1.5. ЗДАТНІСТЬ ДО ЗВАРЮВАННЯ	14
1.6. ТЕХНОЛОГІЯ РІЗАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ ВИРОБУ	15
1.6.1.Орієнтовні параметри режиму різання виробу.....	15
1.6.2.Технологія зварювання.....	16
2.ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ.....	17
3.СТРУКТУРА УСТАНОВКИ, ОСНОВНІ ВУЗЛИ.....	20
3.1. БЛОК КЕРУВАННЯ	20
3.2. ПЛАЗМОРІЗ	20
3.3. ЗВАРЮВАЛЬНИЙ НАПІВАВТОМАТ	23
3.4. ЗВАРЮВАЛЬНА ГОЛОВКА.....	26
3.5. ОБЕРТАЧ	27
4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ В ІНЕРТНИХ ГАЗАХ	28
4.1. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ЗВАРЮВАННЯ	28
4.2. ВИБІР ЕЛЕКТРОДНОГО ДРОТУ	30
5.КОНСТРУКЦІЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ	31
5.1. РОЛИКОВА ОПОРА	31
6.СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ УСТАНОВКИ ТА ПРИНЦИПОВА ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА БЛОКУ КЕРУВАННЯ УСТАНОВКИ	34
6.1. ПРИНЦИПОВА ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА БЛОКУ КЕРУВАННЯ	35
7.ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ЗВАРЮВАННЯ.....	36

8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	37
8.1. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів.....	37
8.2 Інженерні рішення для забезпечення безпеки праці.....	42
8.3 Розрахунок інженерного рішення.....	46
8.4. Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	49
9. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	52
9.1. Оінка рівня якості виробу	53
9.2. Визначення собівартості виробу	57
9.3. Визначення ціни виробу.....	62
9.4. Визначення капітальних вкладень споживача.....	63
9.5. Визначення річних експлуатаційних витрат.....	63
10. Розробка стартап-проекту.....	67
10.1 Опис ідеї проекту.....	68
10.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	68
10.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	73
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	67

Вступ

Зварювання - технологічний процес утворення нероз'ємного з'єднання між матеріалами при їх нагріванні та/або пластичному деформуванні за рахунок встановлення міжмолекулярних і міжатомних зв'язків.

Без зварювання сьогодні не можливе виробництво кораблів, літаків, автомобілів, турбін, котлів, мостів, реакторів та інших конструкцій різного призначення, які люди використовують у повсякденному житті. Також зварювання широко використовується для ремонту тих самих кораблів, літаків, автомобілів, та інших виробів.

Зварювання плавким електродом в захисних газах MIG/MAG є одним із ведучих технологічних процесів обробки металів. Значні переваги зварювання забезпечили широке його використання у промисловості.

Для забезпечення стабільної якості зварних швів необхідно сумлінно підходити до проектування обладнання, за допомогою якого реалізується технологічний процес зварювання.

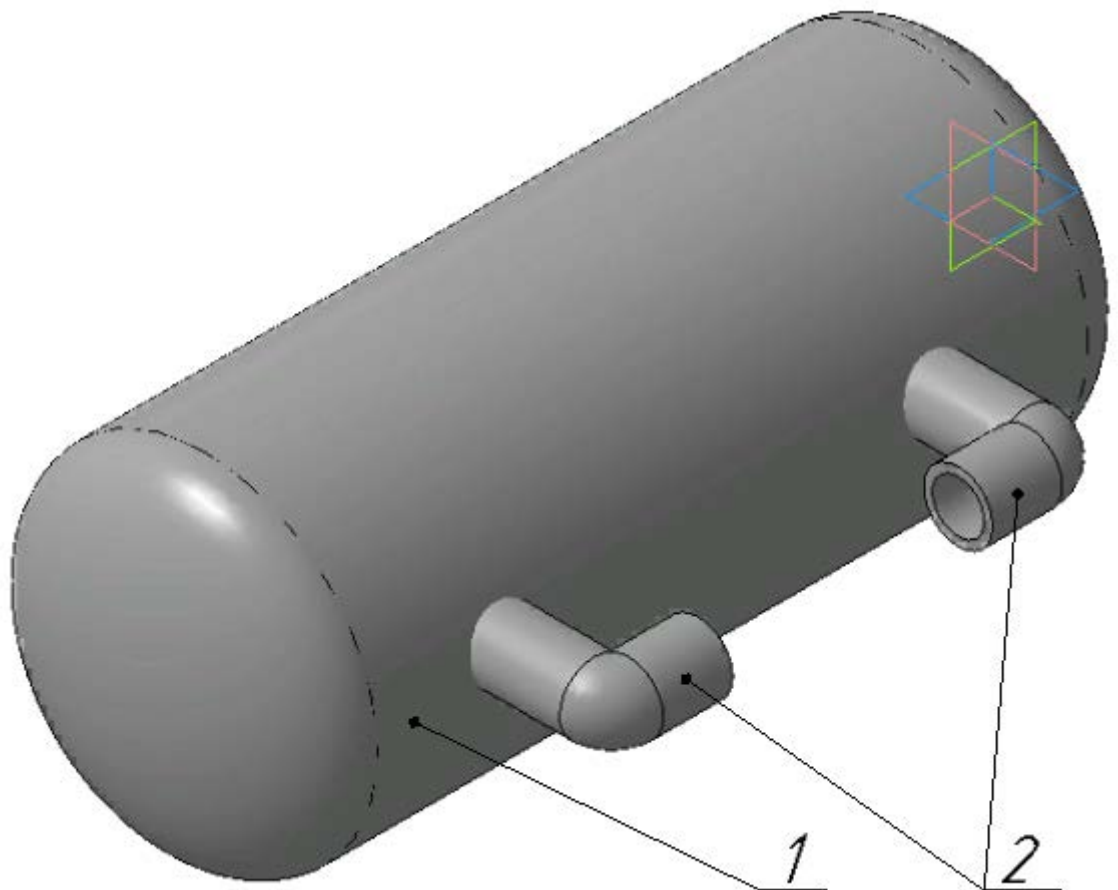
Метою дипломного проекту є розроблення установки для ремонтного зварювання кільцевих швів фільтрів.

Актуальністю проекту є те, що до сьогодні дані вироби ремонтувались за кордоном, і в Україні установка буде розроблятися вперше.

1. Аналіз конструкції виробу, його матеріалу, та призначення технології зварювання

Установка, яка розроблена в дипломному проекті призначена для ремонтного зварювання кільцевих швів фільтрів.

Фільтр є частиною кріогенної установки, призначений для фільтрування газу, шляхом пропускання його через активоване вугілля під високим тиском. Являє собою балон з двома відводами для входу і виходу газу(рисунок 1.1).

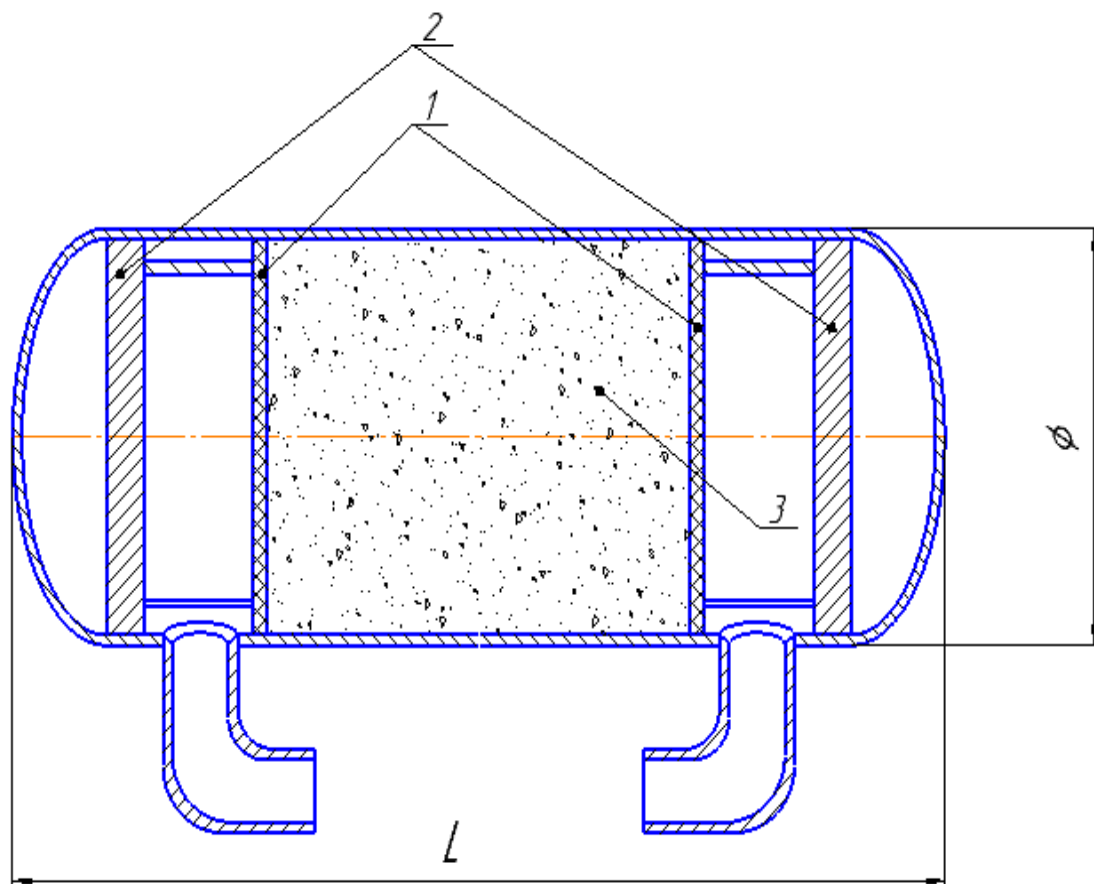


1 – балон(корпус фільтра)

2 – відводи для газу

Рис. 1.1. Фільтр.

В середині фільтра розміщені дві мембрани та вставки для їх фіксації, простір між мембранами заповнений активованим вугіллям, яке в процесі експлуатації фільтра потребує заміни(рисунок 1.2).



- 1 – мембрана
- 2 – вставки
- 3 – активоване вугілля

Рис. 1.2. Складові частини фільтра

Типорозміри фільтрів наведено в таблиці 1.1. Для розробки установки за основу був взятий найбільший фільтр розмірами: діаметр – 200 мм, довжина – 500 мм.

Таблиця 1.1. Типорозміри фільтрів

Довжина L, мм	5 00	400	350	300
Діаметр Ø, мм	2 00	150	100	100

Корпус фільтра виготовлений з нержавіючої сталі марки 12X18H9T, товщиною 5 мм.

1.1. Хімічний склад матеріалу виробу

Сплав марки 12X18H9T належить до типу хромонікелеві сталі аустенітного класу. Застосовують в зварних конструкціях, які працюють в агресивних середовищах під тиском. Також використовуються при виготовленні зварних конструкцій криогенної техніки, що може працювати при температурі від -269° С. Сама сталь виплавляється в дугових печах.

Табл. 1.1 - Хімічний склад матеріалу виробу Сталь 12X18H9T [1]

C	Cr	Fe	Mn	P	S	Si	Ti
≤0,12	17,0- 19,0	осн	≤2	≤0,035	≤0,02	≤0,8	0,6-0,8

1.2. Механічні властивості матеріалу

Таблиця 1.2. Механічні властивості сталі (нормовані) при t=20° С [1]

ГОСТ	Продукція	σ _в , Н / мм	σ _т , Н/мм ²	δ 5, %	ψ, %
		не менше			
ГОСТ 5949-75	Прутки	520	200	40	55
Листи					
ГОСТ 7350-77	-товсті	530	215	38	-
ГОСТ	-тонкі	540	200	35	-

5582-75					
Труби					
ГОСТ 9940-81	гарячодетформовані	529	216	40	-
ГОСТ 9941-81	холоднодетформовані	549	216	55-90	-

Позначення:

σ_B - межа короточасної міцності;

σ_T - межа пропорційності (межа текучості для залишкової деформації);

δ – відносне подовження при розриві;

ψ – відносне звуження;

1.3. Фізичні властивості матеріалу

Питомий електроопір сплаву 12Х12Н9Т при $t = 20^\circ \text{C}$ дорівнює $0,75 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$; його щільність складає $7,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; а модуль пружності при $t = 20^\circ \text{C}$ дорівнює $18 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2$.

Таблиця 1.3. Властивості сталей при низькій, підвищеній та високій температурі [1]

$t_{\text{вик}}, ^\circ \text{C}$	$E \cdot 10^{-4}, \text{ Н/мм}^2$	$\lambda, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$\rho \cdot 10^6, \text{ Ом} \cdot \text{м}$	$c, \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
-253	29	2,1	-	-
-183	22,5	9,2	-	-
-70	21,2	-	-	-
100	-	16,3	0,8	470
200	-	17,6	0,87	495
300	16,2	18,9	0,94	516
400	-	20,5	0,99	546
500	-	21,8	1,05	571
600	14	23,5	1,09	592
700	12,2	24,7	1,14	613

800	9,1	26,4	-	-
900	-	28,5	-	-

Таблиця 1.4. Температурний коефіцієнт лінійного розширення

t, °C	0	-23	-83	-103	-123	-143	-163	-183	-196	-223	-253
	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20
$\alpha \cdot 10^6$, K ⁻¹	15,7	15,5	15	14,9	14,7	14,3	13,9	13,4	13	12,2	11,2

Стійкість до корозії.

Згідно держстандартів 7350–77, 18143–72 і 5945–75, дана сталь повинна мати стійкість до міжкристалітної корозії при випробуваннях по АМ і АМУ ГОСТ 6032–89 (тривалість витримки в контрольному розчині 24 год і 8 год відповідно). Ці випробування здійснюють після 1-годинного провокуючого нагріву ($t = 650^\circ \text{C}$). При безперервній роботі дана сталь стійка до окислення на повітрі і в атмосфері продуктів згорання палива при t° до 900°C , а також при роботі в умовах теплосмін до 800°C . Сталь 12X18H9T, як і сталь 12X18H10T, має досить високу жаростійкість при температурі $600\text{--}800^\circ \text{C}$.

Позначення:

T – температура, при якій отримані дані властивості;

E – модуль пружності першого роду ;

α – коефіцієнт температурного (лінійного) розширення;

λ – коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу);

ρ – щільність матеріалу;

C – питома теплоємність матеріалу;

R – питомий електроопір.

1.4. Технологічні параметри

Сталь 12X18Н9Т має гарну технологічність під час гарячої деформації. Правда, при гарячій обробці слід враховувати і конкретний хімічний склад даної плавки, а саме — вміст фериту.

При деформації литого металу рекомендують дотримуватися певних запобіжних заходів. Щоб не виникли невинні дефекти, злитки стали, що містять 20% фериту і більше, нагрівають не вище 1240–1250°C, що містять 16–19% — не більше 1255 °C; а ті, що містять до 16% — до 1270 °C.

Інтервал температури обробки при розковці становить 1180–850°C. Швидкість нагріву, а також охолодження не лімітують. В холодному стані дана сталь допускає високі ступеня пластичної деформації.

Крім загартування, для того, щоб поліпшити стійкість зварних з'єднань, а також зняти напругу, зварні конструкції піддаються додатково стабілізуючому відпалу (850–900°C).

1.5. Здатність до зварювання

Сплав зварюється усіма видами ручного і автоматичного зварювання. При звичайному автоматичному зварюванні під флюсами АН-26, АН-18 і аргонодуговому зварюванні використовується дріт Св-08Х19Н10Б, Св05Х20Н9ФБС, Св-04Х22Н10БТ і Св-06Х21Н7БТ; при ручному — електроди типу ЕА-1Ф2 марок ЦЛ-2Б2, ГЛ-2, ЕА-606/11 з дротом Св-05Х19Н9Ф3С2, Св05Х19Н9Ф3С2 і Св-08Х19Н9Ф2С2. Дріт Св-08Х20Н9С2БТЮ в захисному газі використовується при ручному автоматичному зварюванні.

Електроди ЦЛ-11 і ЦЛ-9 з матеріалом стержня електрода Св-07Х19Н10Б і Св-07Х25Н13 відповідно застосовують при такому виді зварювання, як ручне електродугове. При контролі за АМ і АМУ ГОСТ 6032–89 без провокуючого нагріву, ці електроди сприяють стійкості

металлошва до міжкристалітної корозії. Зварні з'єднання, які отримані за допомогою електродів ЦЛ-11 і ЦЛ-9, мають відповідно такі механічні властивості (не менше): $\sigma_{\text{в}} = 550 \text{ і } 600 \text{ Н/мм}^2$; $\text{КСУ} = 80 \text{ і } 70 \text{ Дж/см}^2$; $\delta = 22 \text{ і } 25\%$.

Використання цих зварювальних матеріалів забезпечує високу стійкість до загальної, а також міжкристалітної корозії в розчині 65% азотної кислоти при 70–80°C. Правда, зварні з'єднання сталі 12Х18Н9Т, як і сталі 12Х18Н10Т, можуть проявляти в даному середовищі схильність до ножової корозії.

1.6. Технологія різання та зварювання виробу

Фільтр ріжеться та зварюється по лінії показаній на рис. 1.3.

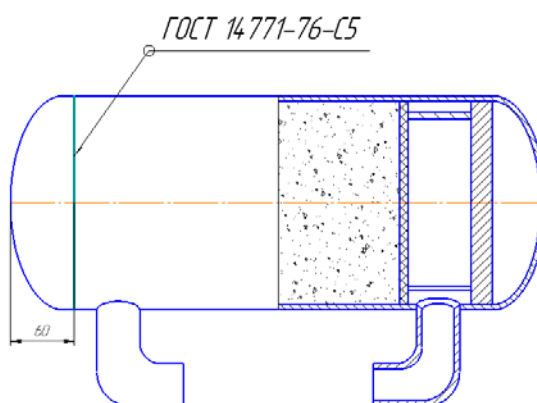


Рис. 1.3. Положення лінії різання/зварювання

1.6.1. Орієнтовні параметри режиму різання виробу

Фільтр має бути розрізаний строго по лінії зазначеній на рис. 1.3., адже під нею знаходиться вставка, яка після ремонту замінюється на нову, і при зварюванні виконує роль підкладки що залишається. Допустима ширина розрізу 1 - 1,3 мм.

Виходячи з завдання та товщини виробу був обраний плазмовий спосіб різання, адже саме він забезпечує точність та чистоту розрізу. Орієнтовні параметри режиму різання зазначені в табл. 1.5.

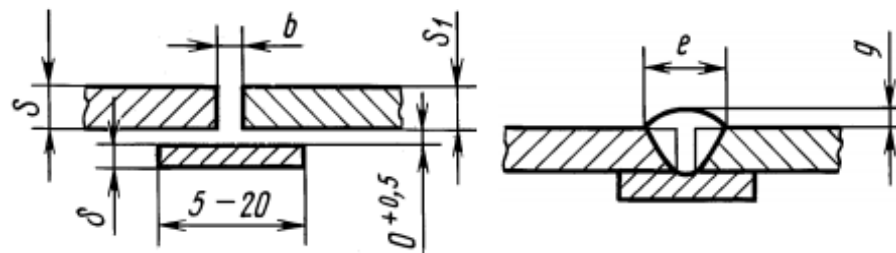
Таблиця 1.5. Параметри режиму плазмового різання нержавіючої сталі при товщині 5 мм.

Діаметр сопла плазмотрона, мм	Струм, А	Напруга, В	Швидкість різання, м/хв	Витрати плазмоутворюючого газу(Ar), л/хв
1-1,2	200-215	25	2,5-2,8	40-60

1.6.2. Технологія зварювання

Відповідно до завдання маємо стикове з'єднання, на підкладці, що залишається, товщиною 5 мм, матеріал нержавіюча сталь.

За ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные» обираємо тип зварного з'єднання С-5. Більш детально розглянута в розділі 4.



$$s = s_1 = 3 - 6 \text{ mm.} \quad g = 1.5^{+1} \text{ mm.}$$

$$b = 0^{+1} \text{ mm.} \quad \delta \geq 3 \text{ mm.}$$

$$e \leq 12 \text{ mm.}$$

Рис.1.4. Технологія зварювання швів типу С-5 за ГОСТ 14771-76

2. Технічне завдання на проектування

Найменування та галузь використання.

Установка для ремонтного зварювання кришок фільтрів ЗА71мп.01.00.00.000 СК призначається для зварювання в промислових масштабах.

Установка призначена для використання у цехових умовах.

Підстава для розробки

Підставою для розробки є завдання на дипломний проект згідно наказу по НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського".

Мета і призначення розробки

Необхідність даної розробки спричинена необхідністю виконувати ремонт фільтрів, що входять до складу кріогенних установок у зв'язку із значним здорожчанням цього ремонту за кордоном.

Установка призначається для дугового зварювання плавким електродом в середовищі захисних інертних газів (MIG), та плазмового різання.

Установка призначена для виготовлення у кількості 1 шт.

Технічні вимоги

Технічні вимоги до зварюваного виробу

- Зварюваний виріб – фільтр
- Матеріал виробу – Сталь 12X18H9T
- Розміри деталей:
 - довжина корпусу 500 мм;
 - діаметр 200 мм;
 - товщина 5 мм.

Вимоги до якості стику шва.

Зварювальні з'єднання повинні бути якісними (вимоги обговорюються додатково).

Установка виконує плазмове різання та MIG зварювання виробу.

Режими роботи установки – автоматичний;

Задана продуктивність установки – 2 вироби за год.

Завантаження, розвантаження та збирання деталі відбувається вручну.

Притискання зварювальних деталей вручну.

Вимоги до конструкції та технічні характеристики вузлів

Кліматичне виконання – УХЛЗ за ГОСТ15150-69:

- температура повітря, градус Цельсія, від -10 до +40;
- верхнє та нижнє значення відносної вологості повітря при температурі 20°C – 80% а при температурі 25°C не більше 100%;,
- категорія розміщення при експлуатації – виробничі приміщення, які опалюються і мають вентиляцію.

Установка повинна забезпечувати роботу в режимах :

- плазмове різання на заданих параметрах.
- зварювання з автоматичним регулюванням напруги на дузі.

Пальник для зварювання MIG повинен забезпечувати зварювання на постійному струмі.

Діаметр електродного дроту – 1,2 мм.

Корпус пальника повинен бути електрично ізолюваним від інших механізмів, ізоляція має витримувати напругу.

Струмопідвід пальника/плазмотрона повинен бути виконаним гнучкими кабелями.

Робоче положення пальника/плазмотрона – вертикальне.

Економічні показники.

Орієнтована економічна ефективність і строк окупності витрат на розробку та виготовлення установки для зварювання корпусу заглибного насосу наведені в розділі 12.

3. Структура установки, основні вузли

Структура установки наведена на кресленні (ЗА71мп.01.00.00.000 101).

Установка для ремонтного зварювання кільцевих швів має наступні складові частини:

- блок керування;
- плазморіз;
- зварювальний напівавтомат;
- зварювальна головка;
- обертач.

3.1. Блок керування

Блок керування установкою був розроблений для синхронізованого запуску напівавтомату з обертачем та плазморізу з обертачем.

До його складу входять : - плата керування, кнопки керування, блок живлення та роз'єми для підключення.

3.2. Плазморіз

Відповідно до вимог завдання та обраних способу та параметрів різання, для комплектації установки був обраний плазморіз інверторного типу ПРИ-40S.

Інверторний повітряно-плазмовий випрямляч ПАТОН ПРИ-40S DC (рис.3.1) призначений для різання металів плазмовою дугою в потоці повітря струмом до 40А.



Рис.3.1. Плазморіз інверторний ПРИ-40S

Апарат серії «Standard», яка призначена для найбільш вимогливих за габаритами користувачів, кому потрібен розумний компроміс між мобільністю і функціональністю апарату на його повному номінальному струмі.

Маса апарата не перевищує 8,0 кг, тривалість навантаження не менше 60%.

Струм регулюється плавно від 2 до 40 А.

Вбудовано блок захисту від підвищеної та зниженої напруги.

За рахунок вбудованого безконтактного запалювання дуги та непрямої дуги значно полегшується найскладніший процес в різанні – момент утворення основного різального струменя плазми та вихід на робочий режим різання.

За рахунок підвищення частоти подаваної напруги трансформатор менше в десятки разів, внаслідок чого апарат має в кілька разів меншу вагу і габаритні розміри при однакових вихідних параметрах в порівнянні з класичним обладнанням.

Властивості та переваги:

- крім захисту від стрибків напруги встановлена система стабілізації роботи при великих тривалих перепадах напруги в мережі живлення від 170 В до 260 В;

- адаптований до стандартної побутової електромережі. За рахунок високого ККД джерело споживає удвічі менше електроенергії в порівнянні з традиційними джерелами;
- адаптивна швидкість вентилятора збільшується при нагріванні апарата та уповільнюється при охолодженні, що економить ресурс вентилятора та зменшує кількість пилу в апараті;
- зручність роботи забезпечується завдяки добрій тривалості навантаження (ТН) на номінальному струмі;
- підвищена надійність апарата в умовах запиленого виробництва;
- на всі елементи джерела, що нагріваються, встановлена система теплового електронного захисту;
- плавне регулювання струму.

Таблиця 3.1. Технічні характеристики плазморізу

Параметр	ПРИ – 40S DC
Номінальна напруга мережі живлення 50Гц, В	220
Номінальний споживаний струм з мережі, А	23
Номінальний струм різання, А	40
Тривалість навантаження (ТН)	60% / при 40А 100% / при 30А
Границі зміни напруги мережі живлення, В	180 - 260
Границі регулювання струму різання, А	2 – 40
Максимальна товщина розрізуваного металу, мм	8
Границі робочого тиску повітря, кПа	0,2-0,4
Блок безконтактного запалювання дуги (осцилятор)	є
Продовження табл. 3.1	
Непряма дуга	є
Напруга холостого ходу, В	немає
Напруга запалювання плазми, В	240
Номінальна споживана потужність, кВА	5,0
Максимальна споживана потужність, кВА	5,5

ККД, %	90
Охолодження	примусове
Діапазон робочих температур	-25 ... +45°C
Габаритні розміри (ДхШхВ), мм	365x140x270
Маса, кг	8,0

3.3. Зварювальний напівавтомат

Відповідно до вимог завдання та розрахованих параметрів (розрахунок наведено в розділі 4), для комплектації установки був обраний зварювальний напівавтомат інверторного типу ПСИ-250S.

Інверторний цифровий випрямляч ПАТОН ПСИ-250S (рис. 3.2) призначений для ручного дугового зварювання (РДС «ММА»), аргонодугового зварювання (АРГ «TIG») і напівавтоматичного зварювання (ПА «MIG / MAG») в середовищі захисних газів і сумішей на постійному струмі.



Рис. 3.2. Зварювальний напівавтомат ПСИ-250S.

Використовуване джерело з «Professional» серії, яка призначена для промислового використання. За замовчуванням вбудований блок зниження напруги холостого ходу в режимі РДС «ММА», з можливістю його відключення.

У всі фірмові моделі ПСИ виробництва ПАТОН вбудовано блок захисту від підвищеної, а також від зниженої напруги.

Властивості і переваги:

- крім захисту від стрибків напруги встановлено систему стабілізації роботи при великих довготривалих перепадах напруги в живильній мережі від 160В до 260В. Але на мінімальній напрузі 160В можна провести зварювання електродами діаметром не більше 3мм або напіваавтоматичне зварювання дротом – не більше 0,8мм;
- адаптований до стандартної побутової електромережі. За рахунок високого ККД джерело забезпечує вдвічі менше електроспоживання в порівнянні з традиційними джерелами;
- адаптивна швидкість вентилятора, тобто збільшується при нагріванні апарату і сповільнюється коли він холодний, це економить ресурс вентилятора і зменшує кількість пилу в апараті;
- зручність роботи завдяки великій тривалості навантаження (ТН) на номінальному струмі, що дозволяє варити фактично безперервно легкоплавкими електродами Ф6мм (наприклад АНО-4/21/36) на номінальному струмі;
- підвищена надійність апарату в умовах запиленого виробництва;
- на всі елементи джерела, що нагріваються встановлена система теплового електронного захисту;
- вся електроніка в апараті просякнута двома шарами високоякісного лаку, який забезпечує надійність виробу протягом усього терміну служби;
- плавне регулювання параметрів зварювання;
- покращена стабільність горіння дуги.

Таблиця 3.2. Технічні характеристики ПСИ-250S

Номінальна напруга живильної мережі	220
-------------------------------------	-----

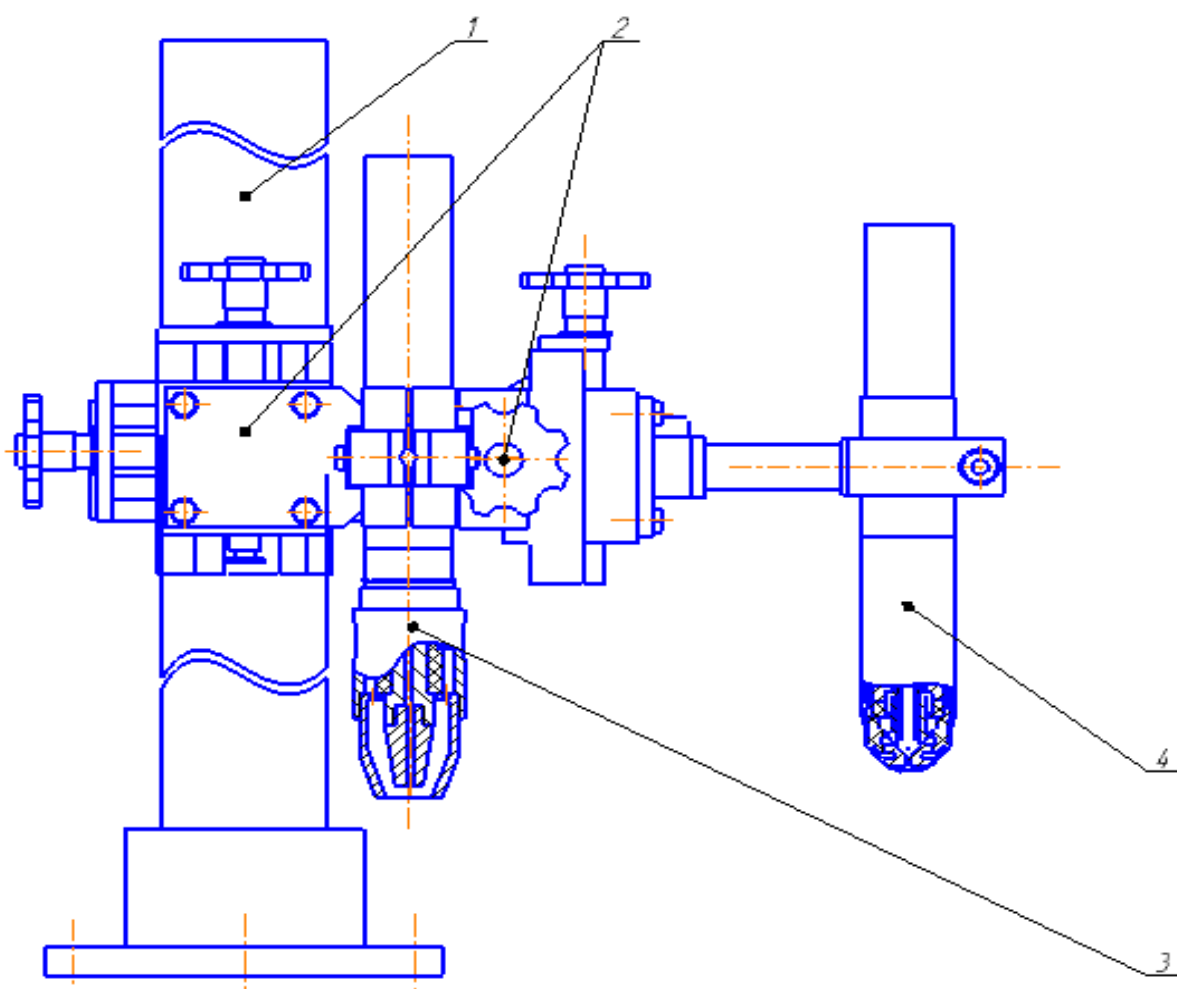
50Гц, В	
Номінальний споживаний струм з мережі, А	32 ... 36
Номінальний зварювальний струм, А	250
Максимальний діючий струм, А	335
Тривалість навантаження (ТН)	70% / при 250А 100% / при 167А
Межі зміни напруги мережі живлення, В	160 – 260
Межі регулювання зварювального струму, А	25 – 250
Межі регулювання зварювального напруги, В	12 – 28
Межі регулювання швидкості подачі дроту, м / хв	3 – 20
Діаметр зварювального дроту, мм	0,6 – 1,2
Маса котушки не більше, кг	5
Гарячий старт «Hot-Start» в режимі РДС	є
Форсаж дуги «Arc-Force» у режимі РДС	є
Антиприлипання «Anti-Stick» у режимі РДС	автомат
Блок зниження напруги холостого ходу	вкл / викл
Напруга холостого ходу РДС, В	12 / 96
Напруга підпалу дуги, В	110
Номінальна споживана потужність,	6,9 ... 8,0
Максимальна споживана потужність, кВА	8,5 ... 11,0
ККД, %	90
Охолодження	примусове
Діапазон робочих температур	–25 ... +45°C
Габаритні розміри, мм (довжина, ширина, висота)	365 x 300 x 280
Маса без котушки і аксесуарів, кг	12

3.4. Зварювальна головка

Для одночасного закріплення на установці пальника і плазмотрона була розроблена зварювальна головка (ЗА71мп.01.01.02.000СК). До її конструкції входять: - штатив; - механізми закріплення; - механізми корекції положення пальника і плазмотрона; - зажими для пальника та плазмотрона.

Механізми корекції дають змогу плавно коректувати положення робочих інструментів відносно виробу в 3 координатах.

Всі механізми є ручними так як обсяг виробів для ремонту не великий.



1 – штатив

2 – мех. корекції положення

3 - пальник

4 - плазмотрон

Рис. 3.3. Зварювальна головка

3.5. Обертач

Обертач який входить до складу креслення (ЗА71мп.01.01.00.000СК) був розроблений на базі обертача М11010А. Він обладнаний власним блоком курування, де можна задати швидкість обертання та кількість обертів, та власним датчиком обертів, який подає сигнал на пульт керування.

Обертач має 2 привода обертання що дозволяє синхронізовано та рівномірно обертати 2 частини деталі під час зварювання.

Обертач комплектується двома трьохкулачковими механічними патронами, з різними кулачками. На передній нерухомій стійці встановлюється патрон з довжиною кулачків 50 мм, на задній, рухомій – 160 мм. Це забезпечить рівномірну підтримку фільтра під час обертання.

Таблиця 3.3. Технічні характеристики обертача

Найбільша вантажопідйомність, кг	63
Найбільший крутний момент, Н * м:	
на осі обертання шпинделя	6,3 або 25 (в залежності від виконання)
щодо опорної площини планшайби	40
Найбільший діаметр виробу, що зварюється, мм	360
Найбільша довжина виробу, що зварюється, мм	650
Число ступенів свободи робочого органу	1
Число можливих рухів робочого органу зі зварювальною швидкістю	1
Частота обертання в процесі зварювання, об / хв:	
найменша	0,125 або 0,5 (залежно від виконання)
найбільша	6,3 або 25 (в залежності від виконання)
Струм живильної мережі:	
рід	змінний
Напруга, В	220
Габарити, мм	694 x 600 x 280
Маса, кг	100

4. Розробка технології дугового зварювання в інертних газах

Зварювання МІГ є однією з найсучасніших технологій дугового зварювання. Воно було винайдено і вперше використано в США в 1948 році.

Незабаром ця технологія прийшла і в Європу. Спочатку застосовувалися тільки інертні гази або аргон, що містить лише невеликі частки активних компонентів (наприклад кисню), тому така технологія скорочено називалася S.I.G.M.A. Ця аббревіатура означає "shielded inert gas metal arc" - "дугове зварювання металевим електродом в середовищі інертного газу".

З 1953 року замість дорогих інертних газів, таких як аргон і гелій, росіяни стали використовувати при зварюванні активний газ, а саме діоксид вуглецю (CO_2). Це стало можливим завдяки винаходу дротових електродів, при використанні яких враховувалися великі втрати легуючих елементів при зварюванні в активному газі. В даний час зварювання МІГ/МАГ користується великою популярністю практично в усіх галузях промисловості від невеликих майстерень до великих підприємств, так як процес зварювання частково механізується вже на заводі-виготовлювача обладнання, а згодом його можна повністю механізувати або автоматизувати.

4.1. Розрахунок параметрів режиму зварювання

Визначимо режими зварювання сталі 12Х18Н9Т при зварюванні в Аг. В залежності від товщини металу, розробки кромки, типів зварних швів та інших характеристик пропонується дві основні схеми розрахунків:

по розмірам зварного шва (глибині проплавлення) – стикові односторонні та двохсторонні шви без розробки та з розробкою кромки;
по площі наплавленого металу – кутові та багато прохідні стикові шви.

Так як для стикового з'єднання фільтра, по ГОСТ 14771-76 тип з'єднання С-5 нам відомі такі розміри:

$$S = 5 \text{ мм}; b = 1,0 \text{ мм}; e = 12,0 \text{ мм}; g = 2 \text{ мм}; \delta \geq 3 \text{ мм};$$

Знаючи ці розміри розрахуємо параметри режиму зварювання.

Площа валика:

$$F_v = K \cdot e \cdot g = 1,5 \cdot 12 \cdot 2 = 36 \text{ (мм}^2\text{)}$$

Глибина проплавлення:

$$h_p = S - 0,5b = 5 - 0,5 \cdot 1 = 4,5 \text{ (мм)}$$

Діаметр електродного дроту:

$$d_d = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p = 1,15 \text{ (мм)},$$

так як по ГОСТ 14771-76 вже є встановлені діаметри, то вони будуть в межах $d_d = 1,1 - 1,2 \text{ мм}$.

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = K_v \frac{h_p^{1,61}}{e^{2,36}} = 15 \text{ м/год} = 0,25 \text{ м/хв.}$$

Зварювальний струм:

$$I_z = K_I \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}} = 120 \text{ (А)}$$

Напруга зварювання:

$$U_{зв} = 14 + 0,05 \cdot I_{зв} = 14 + 0,05 \cdot 120 = 20 \text{ (В)}$$

Виліт електродного дроту:

$$L_d = 10 d_{еп} \pm 2 d_d = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2 = 12 \pm 2,4 \text{ (мм)}$$

Швидкість подачі дроту:

$$V_{\text{пд м}} = 0,53 \frac{I_{\text{зс}}}{d_{\text{с}}^2} + 6,94 \frac{I_{\text{зс}}}{d_{\text{с}}^2} = 150 \text{ м/год} = 2,5 \text{ м/хв}$$

Витрати захисного газу (Ar)

$$q_{\text{зг}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{\text{зв}}^{0,75} = 3,38 \cdot 10^{-3} \cdot 120^{0,75} = 9,015 \text{ л/хв.}$$

4.2. Вибір електродного дроту

Зварювальний дріт СВ-08Х19Н10Б (ЕR347) найбільше підходить для зварювання сталі 12Х18Н9Т по хімічному складу та властивостях.

Нержавіючий зварювальний дріт, призначений для зварювання виробів з корозійностійких хромонікелевих сталей марок 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, AISI 321, 347 та їм подібних, коли до металу шва пред'являються жорсткі вимоги по стійкості до міжкристалітної корозії та міцності. Легування сплаву ніобієм дозволяє підвищити температуру експлуатації виробів, порівняно з дротами типу ER308L, до 400°C, гарантуючи високі антикорозійні властивості наплавленого металу, а вироби, які пройшли аустенізіруючий відпал, можна експлуатувати при температурах до - 196°C.

5. Конструкція складально-зварювального оснащення

Для забезпечення складання, обертання та фіксації виробу під час ремонтного зварювання в дипломному проекті розроблено складально-зварювальне оснащення(ЗА-71мп.01.01.00.000СК).

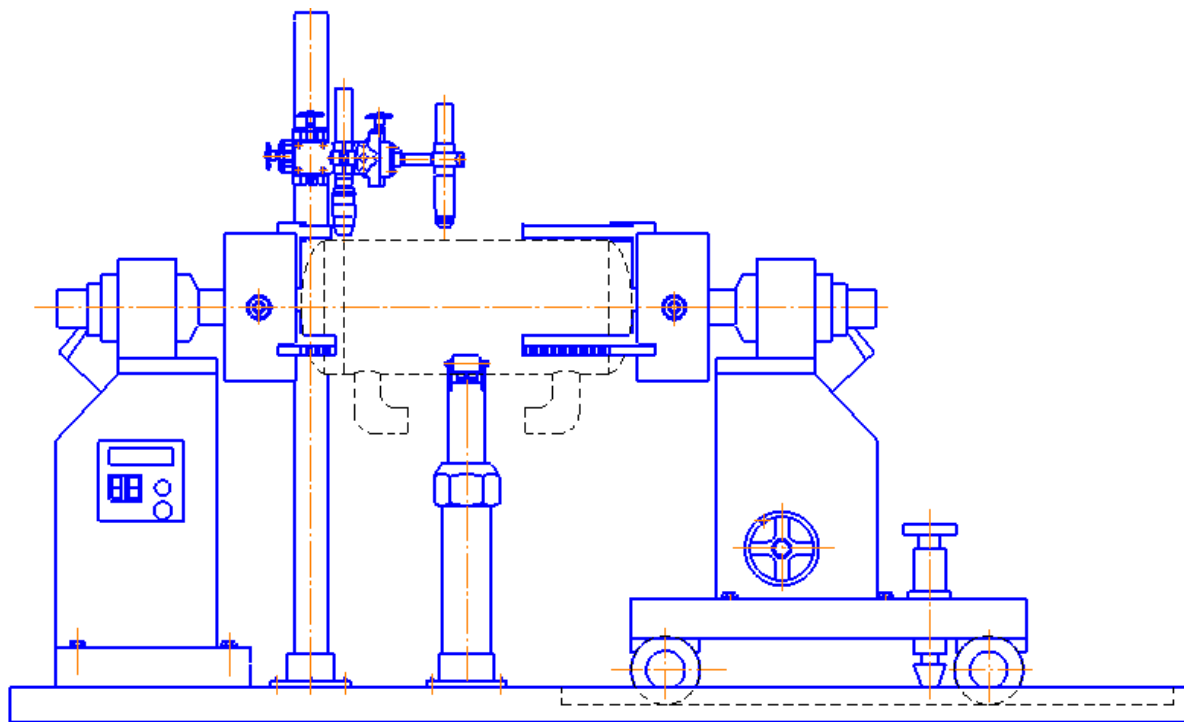


Рис. 5.1. Складально-зварювальне оснащення

До його складу входять:

- обертач;
- зварювальна головка;
- роликова опора.

5.1. Роликова опора

Роликова опора була розроблена для додаткової підтримки фільтра під час складання та фіксації виробу(ЗА71мп.01.01.03СК).

Вона складається із:

- штатива;
- опорних роликів;

- каретки роликів;
- ковзкого контакту.

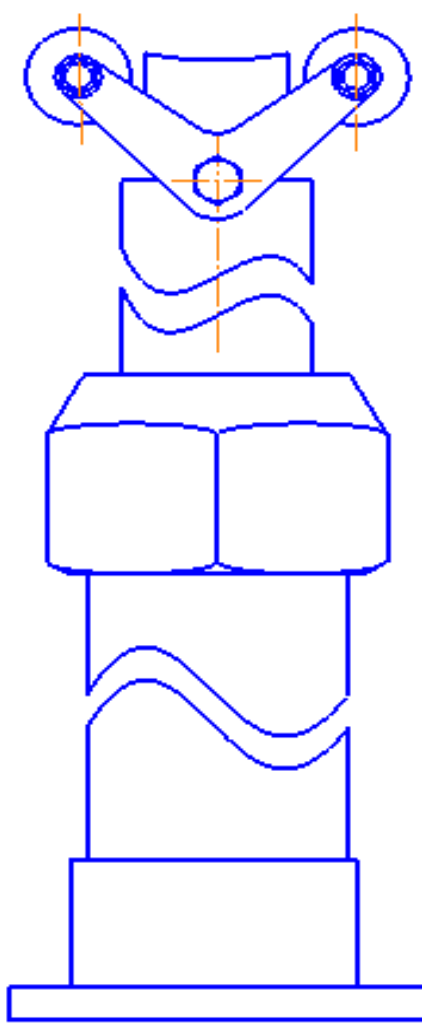


Рис. 5.2. Роликова опора

Штатив виконаний у формі телескопа для зміни висоти опори для зварювання фільтрів різних діаметрів. Фіксується цанговим зажимом за допомогою гайки, яка легко дотягується вручну.

Роликова каретка має можливість повороту на 45° в обидві сторони відносно своєї осі, це дає можливість рівномірно підтримувати виріб.

Ролики мають прорезинене покриття, що зм'якшує їх контакт з деталлю, і не дозволяє пошкодити поверхню виробу.

Додаткова функція опори є підвід струму до рухомої деталі під час зварювання. Як відомо однією із проблем є підвід струму до рухомої деталі – даний випадок не є виключенням. Тому, щоб позбутися кабелів які кожен

раз намотуються на деталь було прийнято рішення додати в конструкцію опори ковзкий контакт.

Ковзкий контакт має радіусну форму робочої поверхні для збільшення фактичної площі контакту. Він кріпиться до верхньої поверхні штативу за допомогою підпружиненого болта. Пружина дає можливість контакту завжди доставати до деталі.

6.1. Принципова електрична схема блоку керування

В дипломному проекті для блоку керування розроблено принципову електричну схему(3А71мп.01.03.00.000 201).

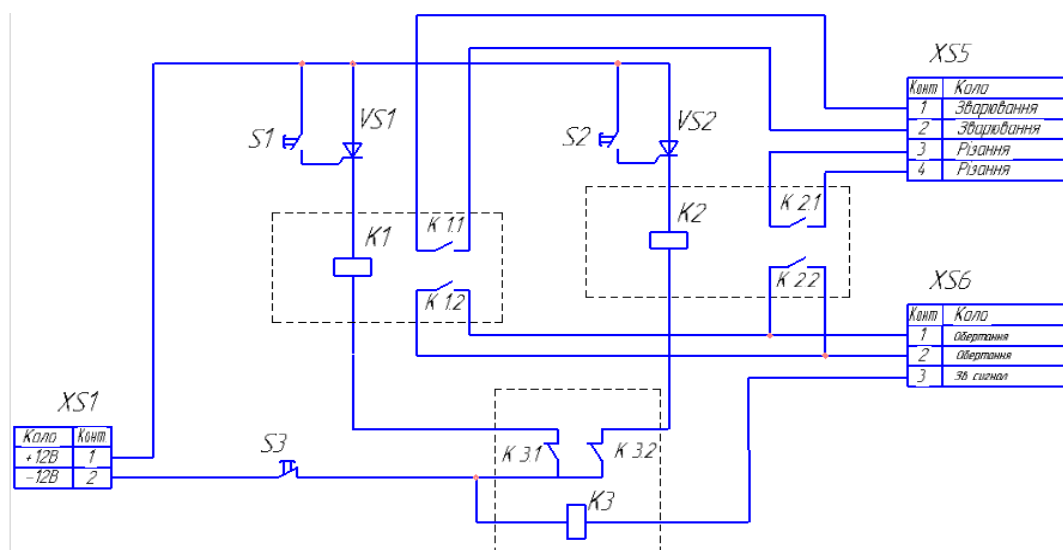


Рис.6.2. Принципова електрична схема блоку керування установки

Принцип роботи.

При натисканні на кнопку S1 «Пуск зварювання» подається керуючий сигнал на тиристор VS1, в результаті чого він відкривається і напруга проходить через котушку електромагнітного реле K1. Після цього контакти реле K1.1(кнопка пуск напіваавтомату) і K1.2(кнопка пуск обертача) замикаються, що приводить до початку процесу зварювання.

При натисканні на кнопку S2 «Пуск різання» подається керуючий сигнал на тиристор VS2, в результаті чого він відкривається і напруга проходить через котушку електромагнітного реле K2. Після цього контакти реле K2.1(кнопка пуск плазморізу) і K2.2(кнопка пуск обертача) замикаються, що приводить до початку процесу різання.

Зупинка операції різання/зварювання завершаються коли на котушку реле K3 приходить сигнал від датчика обертача. При ввімкненні реле K3 його нормально замкнені контакти розмикаються і коло живлення реле K1 чи K2 в залежності від операції розривається. Розрив цього кола спричинює закриття відповідного тиристора VS1, або VS2.

7. Визначення оптимальних режимів зварювання

В 4 розділі дипломного проекту було розроблено технологію зварювання MIG, виходячи з розрахованих параметрів визначимо оптимальні режими зварювання для нашої установки.

Таблиця 7.1. Режими зварювання сталі 12X18Н9Т, товщиною 5 мм.

Параметр	MIG
$d_{\text{с.д.}}, \text{мм}$	1.2
$V_{\text{зв}}, \text{м/ГОД}$	15
$V_{\text{п.д.}}, \text{м/ГОД}$	150
$I_{\text{зв}}, \text{А}$	120-130
$U_{\text{зв}}, \text{В}$	20
$Q_{\text{з.г.}}$	9

При дотриманні даних параметрів при зварюванні кришок фільтрів буде забезпечене якісне зварне з'єднання.

8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Метою розділу є забезпечення безпечних умов праці при автоматичному зварюванні в середовищі інертних захисних газів.

Часто окремі недоліки або помилки, допущені в проекті, стають побічними або безпосередніми причинами аварій, пожеж, вибухів, нещасних випадків, професійних захворювань. Тому розробка розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в дипломному проекті є обов'язковою вимогою.

В даному дипломному проекті розглядаємо установку для зварювання кришок фільтрів, яка має наступні складові:

- зварювальний напіватомат інверторного типу;
- обертач зварювальний, що включає в себе власне обертач, візок, зварювальну головку.
- Апаратура керування.

8.1. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Основні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що виникають під час автоматичного дугового зварювання в захисних газах металів, відповідно до ГОСТ 12.0.003 і ГОСТ 12.3.003 наведені в табл. 8.1.

Таблиця 8.1.

Основні небезпечні і шкідливі виробничі фактори

Дугове зварювання в захисних газах:	Види процесів	Шкідливі виробничі фактори									Небезпечні виробничі фактори				
		Шкідливі речовини	Випромінювання в оптичному діапазоні			Електромагнітні поля	Магнітні поля	Іонізуючі випромінювання	Шум	Ультразвук	Статичне нвантаження на руку	Електричний струм	Іскри, бризки і викиди розплавленого металу	Механізми і вироби, що рухаються	Системи, які знаходяться під тиском
			Ультрафіолетове	Видиме	Інфрачервоне										
++		++	++	++	++	-	-	-	+	-	-	++	++	++	++

Автоматичне дугове зварювання електродом в інертних захисних газах металів слід виконувати відповідно до сучасних вимог з охорони праці.

Рівні небезпечних і шкідливих виробничих факторів у робочій зоні не повинні перевищувати установлених значень:

шкідливі речовини в повітрі робочої зони не повинні перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК) ;

рівні звукового тиску й рівні шуму на робочому місці під час дугового зварювання – відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 ;

інтенсивність інфрачервоної радіації і температура нагрітої поверхні устаткування не повинні перевищувати відповідно 140 Вт/м² і 45 °С і мають відповідати стандартам ;

показники важкості праці повинні бути не вищі II класу (допустимі) згідно з „Гигиенической классификацией труда” № 4137.

захисне заземлення і занулення – згідно з стандартом;

рівні випромінювання не повинні перевищувати норм радіаційної безпеки НРБ 76/87.

сигнальні кольори та знаки безпеки – згідно стандарту.

Виробничі приміщення для проведення дугового зварювання повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»

Ширина проходів з кожного боку робочого місця, стенда повинна бути не менше 1 м.

Виробничі приміщення мають бути обладнані загально-обмінною припливно-витяжною вентиляцією відповідно до ДБН В.2.5-67:2013

Повітрообміни зварювальних цехів слід розраховувати за умови видалення шкідливих речовин, які вловлюються місцевими витяжними пристроями до рівнів ГДК.

Повітря, що видаляється з виробничих приміщень в атмосферу повинно проходити фільтрацію (очищення) від шкідливих речовин, кількість яких не перевищує допустимих рівнів викиду відповідно до ДБН В.2.5-67:2013, ОНД 1-86.

Подавання припливного повітря треба здійснювати в робочу зону або у напрямку робочої зони.

Температура повітря, яке подається вентиляційним обладнанням, повинна бути не нижче 20 ° С.

Освітлення цехів, майданчиків і робочих місць, де проводяться роботи з дугового зварювання, повинно відповідати ДБН Б.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

Для працюючих всередині виробничих приміщень повинні бути передбачені санітарно-побутові приміщення і обладнання згідно з СНиП 2.09.02, склад побутових приміщень — для груп виробничих процесів 2в, 2б.

Для працюючих на відкритому повітрі потрібно передбачати побутові приміщення пересувного або контейнерного типу, склад побутових приміщень — для груп виробничих процесів 1в, 1б, 1г.

Рухомі частини механізмів - до рухомих частин в розроблений установці відноситься зварювальний обертач.

Щоб запобігти травмуванню людини в установці використано електричне блокування – майданчики безпеки в зонах роботи оператора та обслуговування, при спрацьовуванні яких блокуються механічні операції в зоні зварювання. На механічних пристроях, які входять в склад установки, повинні бути нанесені застережні знаки за ГОСТ 12.4.040-78.

Інфрачервоне випромінювання створюється розігрітою частиною поверхні деталі. Середня температура нагрітої поверхні в зоні зварювання становить близько 2000°C.

Ультрафіолетове випромінювання створюється дугою. Допустимі щільності ультрафіолетового випромінювання (ГОСТ 12.4.080-79) становлять:

діапазон А ($\lambda = 400-320$ нм) – 10 Вт/м²;

діапазон В ($\lambda = 320-280$ нм) – 0,01 Вт/м²;

діапазон С ($\lambda = 280-200$ нм) – 0,001 Вт/м².

Шум та вібрація.

Категорія напруженості праці згідно ГОСТ 12.1.003-83 – помірно напружена II.

Категорія важкості праці згідно ГОСТ 12.1.005-88 – середньої важкості II(б).

Основний вид трудової діяльності – робота на постійному робочому місці у виробничому приміщенні.

Основними джерелами шуму механічного походження є машини і механізми з рухомими частинами. Джерелом аеродинамічного шуму є вентиляційні установки. Джерелами електромагнітного шуму є двигуни механізмів обертання та подачі дроту.

В табл. 8.2 наведені допустимі (згідно ДСН 3.3.6.037-99) та фактичні (за лабораторними вимірюваннями) рівні звукового тиску та шуму на робочому місці.

Таблиця 8.2.

Рівні звукового тиску, рівні звука та еквівалентні рівні звука на робочому місці

Показник и	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц									Ріве нь звук у, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	800 0	
Допустимі	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Фактичні	-	95,6	90,1	82,0	76,4	74,2	72,1	68,8	65,6	78,8

З таблиці видно, що додатковий захист від шуму не потрібен.

Рівень вібрацій на робочому місці згідно ДСН 3.3.6.039-99 не повинен перевищувати величин, наведених в табл. 8.3. Фактичні рівні вібрації на робочому місці наведені згідно результатів випробувань установки прототипу.

Таблиця 8.3.

Допустимі і фактичні рівні вібрації на робочому місці

Середньо геометричні частоти смуг, Гц	Значення нормованого параметра по віброшвидкості, дБ	
	Допустимі	Фактичні
2,0	108	106,3
4,0	99	98,2
8,0	93	91,6
16,0	92	90,0
31,5	92	89,9
63,0	92	89,8

8.2 Інженерні рішення для забезпечення безпеки праці

Засоби захисту працюючих на установках для дугового зварювання залежно від характеру впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.4.011.

Вибір і призначення засобів індивідуального захисту органів дихання під час автоматичного зварювання повинні проводитись відповідно до вимог ГОСТ 12.4.034.

Для захисту обличчя і очей зварника під час роботи на установці для дугового зварювання в захисних газах слід застосовувати захисні окуляри згідно з ГОСТ 12.4.013.

Для захисту від іскор і бризок розплавленого металу належить застосовувати спеціальний спецодяг і взуття згідно з ГОСТ 12.4.103.

Засоби захисту рук працюючого під час контакту з поверхнями, що нагріваються, іскор і бризок розплавленого металу повинні відповідати . ДСТУ EN 420-2017.

Для захисту від шуму належить користуватись засобами індивідуального захисту згідно з ДСН 3.3.6.037-99.

Для захисту робітника в якості ЗІЗ потрібно використовувати: брезентовий одяг із захисними накладками з фенілону, стійкого до ультрафіолетового випромінювання, рукавиці. Ділянка відгороджується ширмою, стінки якої пофарбовано титановими білилами, висотою 2 м. Для дугового зварювання плавким електродом у середовищі інертних захисних газів при силі струму 100-200 А слід використовувати світлофільтр С-7.

Мікроклімат

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, який визначається діючими на організм людини температурою, вологістю та швидкістю руху повітря, а також температурою оточуючих поверхонь.

Мікроклімат, або метеорологічні умови, у промислових умовах визначаються наступними параметрами: температурою повітря ($^{\circ}\text{C}$), відносною вологістю (%) та швидкістю руху повітря на робочому місці (м/с).

Основні вимоги до параметрів мікроклімату встановлено в ДСН 3.3.6.042-99.

Температура повітря в приміщенні визначається температурою зовнішнього повітря і тепловою енергією, що виділяється усередині приміщення. Джерелами теплоти в даному приміщенні є люди, електроустаткування, а також освітлювальні прилади. Зовнішнім джерелом надлишкового тепла є сонячна радіація у світлий час доби.

У приміщеннях з використанням зварювальної техніки рекомендується застосовувати тільки оптимальні показники мікроклімату, тобто такі, при яких людина відчуває себе комфортно. У табл. 8.4 наведені оптимальні значення параметрів мікроклімату.

Таблиця 8.4 Параметри мікроклімату

Пора року	Параметри мікроклімату					
	Оптимальні			Фактичні		
	Температура, °C	Вологість, %	Швидкість повітря, м/с	Температура, °C	Вологість, %	Швидкість повітря, м/с
Тепла	23-25	40-60	0,1	23-25	40-50	0,1
Холодна	22-24	40-60	0,1	22	40-50	0,1

Вимоги до вентиляції

Розрахунок об'єму повітря, яке необхідно видалити місцевою вентиляцією L_m , визначають, виходячи з заданої швидкості всмоктування біля джерела виділення шкідливих речовин, характеристики спектру швидкостей всмоктування для певної конструкції всмоктувального отвору та наявності поверхонь, що огорожують зону всмоктування. У цьому випадку

$$L_m = 3600 F_0 V_0 \quad (8.1)$$

де F_0 – площа відкритого перерізу витяжного отвору відсмоктувача, m^2 ; V_0 – швидкість всмоктування повітря у цьому прорізі, m/s .

Площу F_0 визначають конструктивними особливостями технологічного обладнання та вибраного витяжного пристрою.

Значення V_0 знаходять, виходячи з умов забезпечення заданої швидкості повітря V_x в зоні зварювання або різання на відстані X (м) від центра отвору, в який всмоктується повітря.

Швидкість руху повітря, що створюється місцевими відсмоктувачами біля джерел виділення шкідливих речовин, повинна бути:

при зварюванні в інертних газах – $0,15 \dots 0,3$ м/с;

Для витяжних пристроїв з гострими краями найпростішої форми швидкість всмоктування повітря розраховується за такими формулами:

для округлих та квадратних отворів без екрана

$$V_0 = 16 V_x (X/d)^2 = 16 \cdot 0,2 (0,8/1)^2 = 2,08 \text{ (м/с)}, \quad (8.2)$$

Отже з цього випливає, за формулою 8.1, що необхідний об'єм повітря має бути не менш ніж $160 \text{ м}^3/\text{год}$.

Освітлення

Освітлення робочого місця – важливий фактор для створення нормальних умов праці. Практично виникає необхідність освітлення як природним, так і штучним світлом. Штучне освітлення, необхідне як важливий фактор для приближення нічних умов праці до денних.

Штучне і природне освітлення приміщення повинно забезпечуватись деякими параметрами. Характеристика зорової роботи – середня точність (0,5 - 1 мм), підрозділ зорової роботи – IV(a).

Нормативне значення КЕО обчислюють за формулою $e^{\text{IV}}_{\text{н}} = e^{\text{IV}}_{\text{н}} \cdot m \cdot c$;

- де c – коефіцієнт сонячного клімату;
- m – коефіцієнт світлового клімату $m = 0,9$; $e^{\text{IV}}_{\text{н}} = 0,9$
- $e^{\text{IV}}_{\text{н}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 0,69$

Коефіцієнт пульсації освітлення $K_{\text{п}} = 20$, а дискомфорту $M = 60$; $E_{\text{н}} = 200$ лк. Фактичне значення $e^{\text{IV}} = 0,75$, $E = 200$ лк, $K_{\text{н}} = 15$, $M = 60$, що

відповідає нормативним показникам. Штучне освітлення здійснюється газорозрядними лампами типу ДРА (ГсР - 250).

Аварійне освітлення необхідне 5% від норми робочого; при аварійній роботі 2 лк у будівлях та 1 лк за їх межами; для евакуації у приміщеннях 0,5 лк та 0,2 лк за їх межами.

Очистка вікон та світильників від пилу та бруду проводиться раз на 3 місяці.

8.3 Розрахунок інженерного рішення.

Основними причинами враження людини електричним струмом є: випадковий дотик до струмоведучих частин (коло протікання струму: рука-тіло-земля), поява напруги на металевих ділянках оснащення в результаті пошкодження ізоляції або помилкової дії працівника. Напруга установки до 1000 В, режим нейтралі – ізольована.

Опір тіла людини протіканню струму становить в середньому 1000 Ом. Під час зварювання діюче значення напруги становить:

- у зварювальному колі протягом зварювання – 25 В;
- у первинних колах керування – 220 В змінного струму;
- у силових колах керування – 24 В постійного струму.

Струм, який проходить крізь тіло людини обчислюється за формулою 8.3

$$I_{\text{л}} = U_{\text{д}} / R, \quad (8.3.)$$

де $U_{\text{д}}$ – напруга дотику;

R – опір тіла людини, який дорівнює 1000 Ом.

Вразі появи напруги на неструмоведучих елементах установки струм, крізь тіло людини становитиме:

- у зварювальному колі протягом зварювання – 0,025 А;
- у первинних колах керування – 0,22 А;
- у силових колах керування – 0,024 А.

$$I_{\text{люд}} = U_{\text{ф}} / (R + r_0) = 380 / (1000 + 8) = 0,3 \text{ мА} \text{ – при трьохфазному дотику.}$$

Де U_{ϕ} – фазна напруга, В;

- R – опір людини, Ом;
- $r_0 = 8$ Ом.

Згідно з ГОСТ 12.1.038-82 допустимі рівні струму через тіло людини становлять:

- при напрузі 220 В – 100 мА при дії струму не більше 0,2 с;
- при напрузі 24 В – 20 мА при дії струму не більше 5 с.

Порівняння нормативних показників із реальними показує, що за умови забезпечення своєчасного відключення установки від мережі живлення будуть створені нормальні умови роботи.

Навчання персоналу безпечним прийомам роботи мають проводитись відповідно ГОСТ 12.0.004-79 та глави Е.1.3 “Правил техніки експлуатації електроустановок”. Для захисту людини від напруги на струмоведучих частинах обладнання встановлене захисне заземлення за ГОСТ 12.1.030-81, яке знімає також статичну електрику.

Для заземлення використовуємо схему **TN-C-S** (Рис 8.1).

За цієї системи заземлення захисний провідник і робочий нуль до введення в будівлю об'єднані (PEN), на введенні роблять повторне заземлення, після якого їх поділяють на PE і N.

Систему TN-C-S рекомендують для споруджуваних будинків.

Важливо і те, що для багатьох старих вітчизняних пристроїв характерно міцне з'єднання корпусу з нулем. При приєднанні таких пристроїв до мережі з TN-C-S (TN-S) можливе відключення захисту по струму витоку.

При застосуванні системи TN-C-S необхідно надійне повторне заземлення, також заземлюють всі провідні частини і конструкції будівлі.

З цією метою на вході в будівлю влаштовують так звану головну заземлюючу шину, тобто клемник. Його з'єднують з повторним заземленням будинку і приєднують до нього нерозривними провідниками

металеві елементи і конструкції: арматурний каркас, труби, металеві ґрати, профілі і т.п.

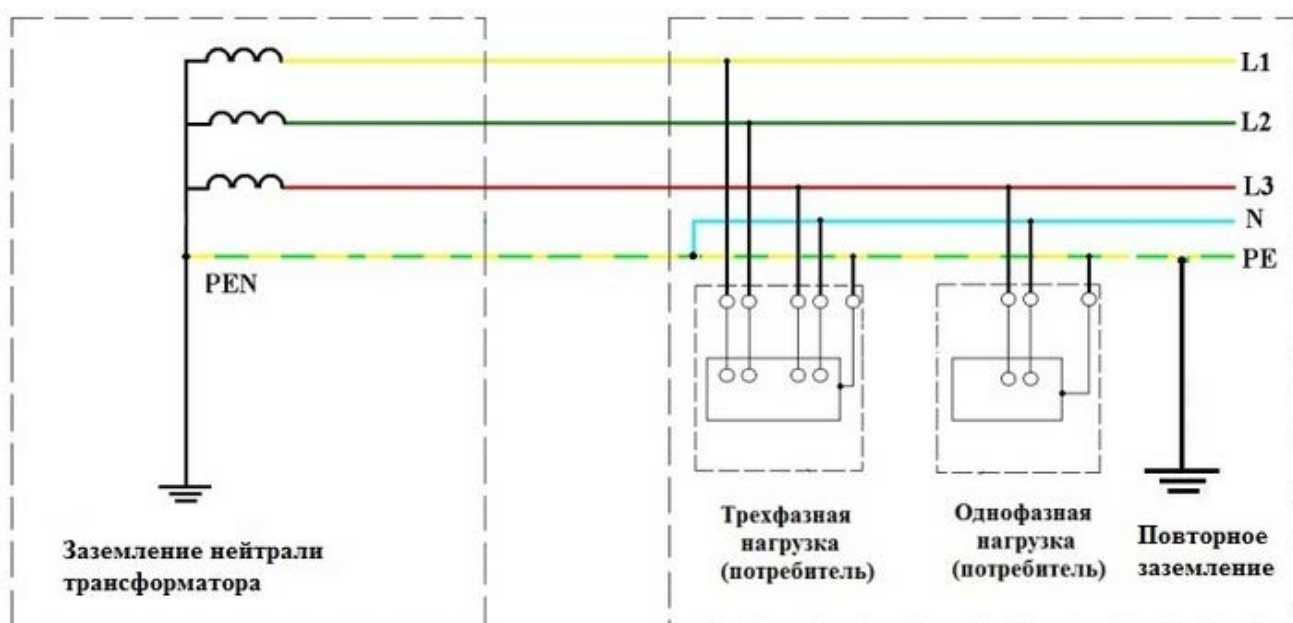


Рисунок 8.1. Схема заземлення обладнання

Допустиме значення напруги дотику та струмів при нормальному (неаварійному) режимі електричної установки наведено в таблиці 8.5.

Таблиця 8.5 Допустимі значення напруги дотику та струмів при нормальному (неаварійному) режимі електричної установки

Таблиця 8.5.

Струм	U, В	I, мА
Змінний 50 Гц	2	0,3
Постійний	8	1

Напруга дотику та струми наведені при тривалості дії не більш як 10 хвилин за добу та встановлені виходячи з реакції відчуття.

8.4. Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях.

До видів небезпеки, що можуть статися на виробництві, належать: пожежа; вибух (усередині обладнання, будівлях або навколишньому середовищі); розрив або зруйнування обладнання; викид шкідливих речовин; сполучення перелічених видів небезпеки. З метою запобігання виникненню та ліквідації надзвичайних (аварійних) ситуацій на підприємстві має бути план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій у відповідності до положення. Під час аналізу небезпеки підприємства (об'єкта) потрібно визначити всі можливі аварійні ситуації і аварії, в тому числі й малоймовірні, з катастрофічними наслідками, які можуть виникати на підприємстві, розглянути сценарії їхнього розвитку і оцінити наслідки. Виявлення можливостей і умов виникнення аварій має виконуватись на основі аналізу особливостей роботи як окремого обладнання (апаратів, машин тощо), так і їх групи (технологічних блоків), а також з урахуванням небезпечних властивостей речовин і матеріалів (вибухо-, пожежо-небезпечних та шкідливих), що використовуються у виробництві. При цьому слід враховувати параметри стану речовин (температура, тиск, агрегатний стан тощо) і стан обладнання, які

відповідають як нормальному технологічному режиму, так і режимам, які можливі при настанні й розвитку аварії.

Пожежна безпека .

Дотримання пожежної безпеки (НАПБ Б.03.002-2007) забезпечує:

- запобігання спалаху ізоляції при КЗ за рахунок максимального струменевого захисту;
- запобігання утворення горючого середовища за рахунок надійної герметизації обладнання, обмеженням застосування і зберігання горючих і вибухонебезпечних речовин;
- застосування пожежної сигналізації з датчиком (ИДФ-I, ДПД і др.);
- використанням вогнегасників (клас пожежі В): ОХП-10, ОХВП-10, ОВП-7, ОХ-7, ОП-10А; для класу пожежі Е вогнегасники типу УО, ОП-10А (вибрати тип і кількість відповідно до НАПБ Б.07.005-86).

При організації технологічного процесу дотримуються всіх вимог електростатичної безпеки (ГОСТ 12.1.018-79).

Передбачається також аварійне зливання пожежонебезпечних рідин, аварійне втручання горючих газів із апаратури.

Рекомендована періодична очистка робочого місця цеху, апаратури від горючих відходів, відкладання пилу, вилучення пожежонебезпечних відходів виробництва, заміна ЛВЖ і ГЖ на пожежонебезпечні технічні миючі засоби.

Приміщення обладнується засобами колективного та індивідуального захисту людей від небезпечних факторів пожежі та протидимного захисту.

Тип виконання електрообладнання в приміщенні повинен відповідати класу зони пожежо- та вибухобезпечності.

На ділянках виробничого приміщення, де застосовується зварювання, передбачаємо встановлення протипожежних щитів, укомплектованих вуглекислотними вогнегасниками, баграми, ломами, відрами, сокирами. Біля щитів передбачаємо наявність ящиків з піском, сухість якого регулярно перевіряється. Для гасіння можливих пожеж передбачаємо також використання азбестових покривал.

Для автоматичного виявлення пожеж в виробничому приміщенні, в якому виконується зварювання, передбачаємо наявність датчиків, які своєчасно сповіщають про виниклу пожежу і дають команду на вмикання автоматичної системи гасіння пожежі.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

У випадку пробією електричної напруги на корпус зварювального агрегату необхідно відключити рубильник і довести до відома про це майстра або начальника ділянки.

У випадку потрапляння людини під напругу, необхідно відключити зварювальний агрегат від мережі, покласти потерпілого на дерев'яний настил, підклавши під голову ватник, викликати лікаря і, якщо це необхідно, зробити потерпілому штучне дихання.

У випадку загорання зварювального агрегату необхідно відключити рубильник і приступити до гасіння пожежі за допомогою вогнегасника.

Кожен робітник і службовець, що виявив пожежу або загорання, зобов'язаний:

- негайно сповістити про це в заводську пожежну охорону;
- приступити до гасіння вогню пожежі наявними в цеху (на ділянці) засобами пожежогасіння (вогнегасник, пісок, пожежний кран тощо);
- викликати до місця пожежі посадових осіб (начальника цеху, ділянки).

У випадку одержання травми необхідно довести до відома про це майстра, начальника ділянки та звернутися в медпункт.

9. Техніко-економічні показники

В дипломному проекті розглянута установка для ремонтного зварювання кільцевих швів фільтрів. Метою дипломного проекту є проектування відповідної установки, її комплектація, наладка та впровадження у виробництво.

Установка унікальна і має бути високоточною, виготовленою в точності до відповідних креслень а також задовольняти ті умови та вимоги, які поставив замовник.

Так як установка не має аналогів, то порівнювати не маємо змоги, тому нижче будемо приводити її характеристики та оцінку з економічної точки зору, та порівнювати із затратами на ремонт фільтрів за кордоном (на старій установці).

Характеристика розробленої установки наведені в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1. Порівняльні характеристики установок для зварювання кільцевих швів фільтрів.

№	Назва параметру	Одиниці виміру	Орієнтовна модель	Нова модель
1.	Годинна продуктивність	дет/год.	1	2
2.	Маса установки	Кг.	100	160
3.	Сумарна споживана потужність	КВт	10	12.37

Ціна ремонту 1 фільтра на старій установці складає 13500.00 грн. Обсяг на 1 рік складає 10 деталей, тобто 135000.грн. Термін експлуатації нової установки 5 років, отже, на ремонт фільтрів за 5 років витрачали 675000.00 грн. Візьмемо цю суму за ціну старої установки.

9.1. Оцінка рівня якості виробу

Під якістю продукції розуміють сукупність її властивостей, що зумовлюють міру придатності продукції задовольняти певні потреби споживачів у відповідності до свого призначення.

Рівень якості – це кількісна характеристика міри придатності того чи іншого виду продукції. Диференційований метод оцінки рівня якості передбачає порівняння одиничних показників виробів з відповідними показниками виробів – еталонів або показниками стандартів (технічних умов). Комплексний метод полягає в розрахуванні узагальненого показника якості виробу, який може бути визначений через порівняння корисного ефекту від споживання (експлуатації) певного виробу і загальної величини витрат на його створення та використання.

Оцінка рівня якості виробу, що проектується, проводиться з метою встановлення ступеню її відповідності якості найліпших вітчизняних та зарубіжних аналогів і визначення найкращого варіанту проектного рішення.

При проектуванні певних видів продукції, переважно нових знарядь праці (машин, устаткування, приладів, транспортних засобів) встановлюють показники технічного рівня виробів. Показники технічного рівня використовують у процесі вивчення ринку й визначення попиту на нові товари, складання бізнес-планів, рекламних матеріалів, розрахування лімітних цін тощо.

Кращим варіантом проектного рішення виробу можна вважати варіант, який має найбільше значення коефіцієнта технічного рівня.

Коефіцієнт технічного рівня можна визначити на основі експертних оцінок зміни сукупності параметрів виробу за формулою 9.1.

$$K_{mp} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \varphi_i, \quad (9.1)$$

де q_i – відносне значення i -го одиничного показника якості;

φ_i – коефіцієнт вагомості i -го показника якості.

Одиничні показники характеризують окремі властивості виробу. Ці показники поділяють на групи (призначення надійності і довговічності, технологічності, ергономічності, екологічні, естетичні, економічні, стандартизації та уніфікації, патентно-правові.).

Номенклатуру, кількість основних параметрів порівнюють, визначають в кожному випадку окремо на основі даних про зміст основних функцій, які повинен реалізувати виріб, умов його експлуатації.

Відносне значення одиничного показника якості по будь-якому параметру виробу можна визначити за формулами 9.2 та 9.3 (коли між параметрами і якістю виробу є лінійна залежність).

$$q_i = \frac{P_{H_i}}{P_{\delta_i}}, \quad (9.2)$$

$$\text{або } q_i = \frac{P_{\delta_i}}{P_{H_i}}, \quad (9.3)$$

де P_{H_i} , P_{δ_i} – числові значення i -го параметру відповідно нового і базового виробів.

Якщо збільшення величини параметра веде до покращання якості виробу використовують формулу 9.2, а коли збільшенням величини параметру якість виробу погіршується – формулу 9.3.

Значення коефіцієнтів вагомості показників якості по окремим параметрам виробу (φ_i) визначають за експертними оцінками вагомості цих параметрів в їх загальній сукупності, прийнятої для розгляду.

Оцінку проводить експертна комісія, кількість членів якої повинна бути непарною (орієнтовно ≥ 5). Для експертизи спеціалістам, які добре знають галузь застосування виробу, пропонується, незалежно один від одного, порівняти параметри між собою. При цьому експерти оцінюють тільки перевагу одного параметра над іншим (більш важливий “>”, менш важливий “<”, рівномісними “=”).

Знакам “>”, “<”, “=” підсумкової оцінки експертизи відповідає певний коефіцієнт переваги. Звичайно використовують такі значення коефіцієнтів переваги: “>”- 1.5, “<”- 0.5, “=”- 1.0.

X4 – відображає рівень спеціалізації і за експертними оцінками, в новій установці в 1,5 раза більше ніж в старій.

Результати порівнянь заносять в таблицю 9.2.

Таблиця 9.2 – Попарне порівняння параметрів.

Параметри	Експерти					Підсумкова оцінка	Числові значення коефіцієнта переваги a_{ij}
	1	2	3	4	5		
x1 і x2	=	<	=	<	<	<	0.5
x1 і x3	>	=	>	>	=	>	1,5
x1 і x4	=	<	<	<	=	<	0,5
x2 і x3	>	=	>	>	>	>	1,5
x2 і x4	=	>	=	=	=	=	1,0
x3 і x4	>	>	=	>	>	>	1,5

Далі складають квадратну матрицю $A=|a_{ij}|$ і на основі числових значень коефіцієнтів переваги розраховують коефіцієнти вагомості параметрів (таблиця 9.3).

Таблиця 9.3 – Розрахунок коефіцієнтів вагомості параметрів.

j i	Параметр				Перша ітерація		Друга ітерація	
	x1	x2	x3	x4	B_i	P_i	B_i'	P_i'
x1	1,0	0.5	1,5	0,5	3,5	0,22	13.25	0,212
x2	1,5	1,0	1,5	1,0	5.0	0,31	19.50	0,314
x3	0.5	0.5	1,0	1,5	3.5	0,22	13.75	0,222
x4	1,5	1,0	0,5	1,0	4.0	0,25	16.0	0,252
Усього					16	1,0	62.5	1,0

Коефіцієнти вагомості (пріоритетність) кожного параметра визначають за формулами 9.4 та 9.5.

$$P_i = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^n B_i}, \quad (9.4)$$

$$B_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad (9.5)$$

де B_i – вагомість i -го параметра за результатами оцінок експертів;
 n – кількість параметрів виробу.

Відносні оцінки P_i розраховують декілька раз, доки наступне значення буде незначно ($\pm 0,02$) відрізнятися від попереднього.

Відносну оцінку на другій та наступних інтеграціях отримують за формулами 9.6, 9.7.

$$P' = \frac{P'_i}{\sum_{i=1}^n B_i}, \quad (9.6)$$

$$B'_1 = a_{i1} B_1 + a_{i2} B_2 + \dots + a_{in} B_n \quad (9.7)$$

Отримані на останній інтеграції P'_i приймають за коефіцієнт вагомості i -го параметру.

Знайдемо відносні значення показників якості (для всіх параметрів збільшення величини означає покращення):

$$q_1 = 177/120 = 1.475;$$

$$q_2 = 130/160 = 0.8125;$$

$$q_3 = 2.0354 / 2.0708 = 0.993$$

Спроектowana установка має більш широку спеціалізацію, ніж базова. Це позитивно відобразиться на різноманітності матеріалів з яких виготовляються паливні фільтри. Тому за даним показникам приймемо значення $q_4 = 1,5$.

Тепер знайдемо значення коефіцієнту технічного рівня:

$$K_{тр} = (1.475 \times 0,212) + (0.8125 \times 0,314) + (0,993 \times 0,222) + (1,5 \times 0,252) = 1,166$$

9.2. Визначення собівартості виробу

Собівартість обладнання, що проектується можна визначити користуючись різними методами. Найбільш точно собівартість можна визначити шляхом калькулювання. Калькуляція собівартості складається згідно з “Типовим положенням з планування, обміну і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості”. До типової номенклатури статей калькуляції можуть бути внесені зміни з урахуванням особливостей галузі (з однієї планової статті виділяти кілька статей, об’єднувати деякі статті в одну).

Витрати на сировину та матеріали обчислюють на підставі їх витратних норм цін з урахуванням транспортно-заготівельних витрат за даними кафедри електрозварювальних установок.

Розрахунки витрат на сировину та матеріали наведено в табл. 9.4.

Таблиця 9.4 – Витрати на сировину та матеріали.

Найменування матеріалу	Марка	Норма витрат на виріб, шт	Ціна на одиниці виміру, грн.	Сума, грн.
Редуктор	RI I	1	150	150
Кутник	КТ-10	2	10	20
Основа	СО О	2	20	40
	болт М2	18	0,1	1,8
	болт М2.5	12	0,1	1,2

Кріпильні вироби	болт М3	16	0,1	1,6
	болт М4	8	0,1	0,8
	болт М5	26	0,2	5,2
	болт М6	12	0,2	2,4
	гайка 3,5	8	0,1	0,8
	гвинт М4	8	0,1	0,8
	гвинт М8	8	0,2	1,6
	шайба 4,5	8	0,1	0,8
	шайба 6	8	0,2	1,6
	шайба 10	8	0,2	1,6
	шайба 12	12	0,2	2,4
	Разом	722,6		
Невраховані матеріали 7%	50,58			
Транспортно заготівельні витрати (5%)	38,66			
Усього	811,84			

Витрати на покупні комплектуючі вироби, напівфабрикати визначають аналогічно. Результати розрахунків зводять до табл. 9.5.

Таблиця 9.5 – Витрати на покупні вироби та напівфабрикати.

Найменування покупних виробів, напівфабрикатів	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1.Плазморіз ПРИ 40S	1	12500	12500

2.Напівавтомат ПСИ 250S	1	13500	13500
Плазмотрон	1	1800	1800
3.Зварювальний пальник	1	1200	1200
4. Обертач	2	55000	110000
5. Балон Ar, 40л	1	900	900
6.Редуктор	1	400	400
7.Опорні ролики	1	600	600
Разом	140900		
Транспортно- заготівельні витрати (5 %)	7045		
Усього	147945		

Стаття “Основна заробітна плата” містить витрати на основну заробітну плату робітників, безпосередньо зайнятих виготовленням виробу (Сз.о.).

Її обчислюють згідно з нормами витрат часу на виконання технологічних операцій і тарифними ставками:

$$C_{з.о.} = C_з \cdot T_з + C_{ск} \cdot T_{ск} + C_{зв} \cdot T_{зв}, \quad (9.8)$$

де:

- $C_{ті}$ – годинна тарифна ставка розряду i -ої операції, грн.;
- $t_{шти}$ – штучна норма часу i -ої операції, нормо-годин;
- i – номер операції у технологічному процесі виготовлення виробу;
- m – кількість операцій у технологічному процесі.

Технологічний процес складається з таких операцій:

- заготівельні ($C_t = 1,65$ грн., $t_z = 0,2$ нормо-годин) ;
- складальні ($C_t = 1,65$ грн., $t_{ск} = 0,4$ нормо-годин) ;
- зварювальні ($C_t = 1,73$ грн., $t_{зв} = 0,2$ нормо-годин) .

Маса установки – 100 кг.

Отже, основна заробітна плата становить:

$$C_{з.о.} = (1,65 \times 0,2 \times 100) + (1,65 \times 0,4 \times 100) + (1,73 \times 0,5 \times 100) = 136 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата обчислюється у відсотках від основної заробітної плати за нормативами підприємства-виробника (25%).

$$C_{дод} = C_{з.о.} \times 25\% = 136 \times 0,25 = 34 \text{ грн.} \quad (9.9)$$

Відрахування на соціальні витрати розраховують у відсотках від суми основної та додаткової заробітної плати згідно з діючого нормативу (37,0 %) і складає $(C_{з.о.} + C_{дод}) \times 0,37 = (136 + 34) \times 0,37 = 62,9 \text{ грн.}$

(9.10)

Загальновиробничі витрати можна визначити за нормативами підприємства від основної заробітної плати. На ранніх стадіях проектування виробу, в умовах обмеженої інформації витрати на освоєння нового виробництва, відшкодування зносу спеціальних пристроїв, інструментів цільового призначення, витрати на утримання та експлуатацію устаткування враховують у статті “Загальновиробничі витрати“, крім власне цих витрат.

При такому комплексному складі загальновиробничих витрат їх норматив досягає 250 % і складають

$$C_{3.0.} \times 250\% = 136 \times 2,5 = 340 \text{ грн.} \quad (9.11)$$

Загальногосподарські витрати розраховують у відсотках від основної заробітної плати за нормативами підприємства (100 %), і складають

$$C_{3.0.} \times 100\% = 136 \times 1 = 136 \text{ грн.} \quad (9.12)$$

Поза виробничі (комерційні) витрати визначають у відсотках від виробничої собівартості (2 %), і складають

$$147945 \cdot 0,02 = 2958,9 \text{ грн.} \quad (9.13)$$

Сума витрат за усіма наведеними статтями калькуляції є повною собівартістю виробу і заноситься до табл. 9.6.

Таблиця 9.6 – Калькуляція собівартості виробу.

Статті витрат	Сума, грн.	Питома вага, %
Сировина та матеріали.	811,84	3,8
Покупні комплектуючі вироби, напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій.	16703,4	36,6
Основна заробітна плата.	244	11,5
Додаткова заробітна плата.	61	1,2
Відрахування на соціальні потреби.	112,85	4,7
Загальновиробничі витрати.	610	28,8
Загальногосподарські витрати.	244	11,5
Виробнича собівартість.	18787,09	98
Поза виробничі (комерційні) витрати.	375,74	1,9
Повна собівартість.	19162,83	100

9.3. Визначення ціни виробу

Ціноутворення – це процес обґрунтування, затвердження та перегляду цін і тарифів, визначення їх рівня, співвідношення та структури.

Щоб визначити ціну товару на підприємстві необхідно здійснити певний перелік робіт: вибір мети ціноутворення; визначення попиту; оцінка витрат; аналіз цін конкурентів; вибір методу ціноутворення; визначення ціни.

Ціна – це грошовий вираз вартості товару (продукції, послуги). Ціна одночасно відображає споживчі властивості (корисність) товару, купівельну спроможність грошової одиниці, ступінь рідкості товару, силу конкуренції і державного контролю, економічну поведінку ринкових суб'єктів та інші суб'єктивні моменти.

Ціна на будь який товар складається із окремих елементів. Основними з них є собівартість і прибуток. Крім того до складу ціни можуть входити акцизний збір, податок на додатну вартість, націнки постачальницько-збутових організацій, торгівельні надбавки або знижки.

За ринкових умов господарювання можуть застосовуватися різні методи ціноутворення. Найпростішим і широко застосовуваним є розрахунок ціни за методом “середні витрати (собівартість) плюс прибуток”. Згідно з цим методом оптова ціна підприємства ($C_{\text{опт.п.}}$) може бути визначена за формулою 4.10, а відпускна ціна C_v (ціна продажу товару покупцю) – за формулою 4.11 (для непідакцизних товарів).

$$C_{\text{опт.п.}} = \text{СП} \times (1 + P/100) \quad (4.10)$$

Де: СП – повна собівартість виробу, грн.;

P – рівень рентабельності, % (P=25 %).

Оптова ціна підприємства складає:

$$C_{\text{опт.п.}} = 152661 \times (1 + 25/100) = 190826,25 \text{ грн.}$$

$$C_v = C_{\text{опт.п.}} \times (1 + \alpha \text{ПДВ}/100), \quad (4.11)$$

Де: $\alpha \text{ПДВ}$ - ставка податку на додатну вартість, %.

Відпускна ціна складає:

$$\text{ЦВ} = 190826,25 \times (1 + 0,2) = 228991,5 \text{ грн.}$$

9.4. Визначення капітальних вкладень споживача

Капітальні вкладення споживача визначаються за формулою:

$$K_{\text{п}} = K_{\text{од}} + K_{\text{см}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{буд}}$$

де $K_{\text{од}}$ – вартість одиниці обладнання, що розглядається;

$K_{\text{см}}$ – вартість сумісного обладнання;

$K_{\text{пр}}$ – вартість пристосувань;

$K_{\text{буд}}$ – вартість частини будинку, що займається обладнанням;

$$K_{\text{од}} = \text{Ц} \times 1,1$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує витрати на транспорт і монтаж;

Ц – ціна обладнання, грн;

$$K_{\text{од}} = 152661 \times 1,1 = 167927,1 \text{ (грн)} \text{ – для нової моделі}$$

Вартість суміжного обладнання

Для установки було розроблено систему керування на базі промислового контролера, вартість якого становить:

$$K_{\text{см}} = 300 \text{ (грн)}.$$

Капітальні вкладення споживача:

$$K_{\text{п}} = 228991 + 300 = 229291 \text{ (грн)}$$

9.5. Визначення річних експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати споживача **И** визначають складанням прямих затрат, що змінюються, на утримання та експлуатацію обладнання. Розрахунок ведуть на одиницю нового обладнання та еквівалентну кількість обладнання базового варіанта.

Річна заробітна платня робітників

$$I_3 = \sum_{i=1}^m \Phi_{\text{д}} Z_{\text{ч}} K_{\text{д}} K_{\text{зр}},$$

де $Z_{\text{ч}}$ – годинна тарифна ставка i -го робітника (за даними ІЕЗ ім.Є.О.Патона на листопад 2010р.),

$\Phi_{\text{д}}$ – дійсний річний фонд робочого часу;

m – кількість робітників, що обслуговують машину,

$K_{\text{з}}$ – коефіцієнт, що враховує доплати, додаткову заробітну платню та начислення, $K_{\text{з}} = 1,3 \times 1,375 = 1,79$

Для обслуговування нової машини потрібні два чоловіки:

- зварювальник IV розряду – 1 на 1 машину, $Z_{\text{ч1}} = 8,26$ грн;
- наладчик IV розряду – 1 на 5 машин, $Z_{\text{ч2}} = 8,26$ грн.

$K_{\text{зр}}$ - коефіцієнт, що враховує занятість робітника, обслуговуванням цієї машини, $K_{\text{зр1}} = 1$, $K_{\text{зр2}} = 0,2$.

$$I_3^{\text{б}} = 0,55 \cdot 3835 \cdot 1,79 \cdot 1 + 0,55 \cdot 3835 \cdot 1,79 \cdot 0,2 = 4527,3 (\text{грн})$$

Для обслуговування нової машини також потрібні два чоловіки:

- зварювальник III розряду – 1 на 1 машину, $Z_{\text{ч1}} = 0,49$ грн;
- наладчик IV розряду – 1 на 8 машин, $Z_{\text{ч2}} = 0,55$ грн.

$K_{\text{зр}}$ - коефіцієнт, що враховує занятість робітника, обслуговуванням цієї машини, $K_{\text{зр1}} = 1$, $K_{\text{зр2}} = 0,125$.

$$I_3^{\text{н}} = 0,45 \cdot 3835 \cdot 1,79 \cdot 1 + 0,55 \cdot 3835 \cdot 1,79 \cdot 0,125 = 3866,94 (\text{грн})$$

Річні амортизаційні відрахування по обладнанню

$$I_a = C_{\text{д}} \cdot K_{\text{т}} \cdot E_{\text{н}}, \text{ де:}$$

- $C_{\text{д}}$ – ціна договірна, грн
- $K_{\text{т}}$ – коефіцієнт транспортування та монтажу, $K_{\text{т}} = 1,1$
- $E_{\text{н}}$ – норма амортизаційних відрахувань, $E_{\text{н}} = 0,15$

- $I_a^{\text{б}} = 84010 \times 1,1 \times 0,15 = 13861,65 (\text{грн})$ – для базової

моделі

- $I_a^H = 101904 \times 1,1 \times 0,15 = 16814,16$ (грн) – для нової моделі

Річні витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт обладнання

$$I_p = K_{ед} \cdot 0,05, \text{ де:}$$

- $K_{ед}$ – вартість одиниці обладнання;
- 0,05 – коефіцієнт, що враховує відсоток відрахувань на технічне обслуговування та поточний ремонт, відносно до вартості обладнання;

$$I_p^B = 96571 \times 0,05 = 4828,55 \text{ (грн) – для базової моделі}$$

$$I_p^H = 118964,4 \times 0,05 = 5948,22 \text{ (грн) – для нової моделі}$$

Річні витрати на електроенергію

$$I_e = \frac{N \cdot K_M \cdot K_B \cdot \Phi_D \cdot K_3 \cdot J \cdot C_e}{r}, \text{ де:}$$

- N – встановлена потужність джерела живлення, кВт: $N^{\sigma} = 50$ (кВт), $N^H = 1,7$ (кВт)
- K_M, K_B – коефіцієнти, що враховують використання джерела за потужністю (K_M) та за часом (K_B), $K_M = 0,4$; $K_B = 0,6$
- J – коефіцієнт, що враховує втрати в мережі, $J = 1,05$
- $K_3 = 0,6 \dots 0,7$
- r – ККД обладнання, $r = 0,35$
- C_e – ціна за 1кВт год, грн; $C_e = 0,1538$ (грн/кВт год) (ціни взяті за даними ІЕЗ ім.Є.О.Патона за станом на листопад 2000р.).

$$I_e^B = \frac{50 \times 0,4 \times 0,6 \times 3835 \times 1,05 \times 0,6 \times 0,1538}{0,35} = 12740,18 \text{ (грн),}$$

$$I_e^H = \frac{1,7 \times 0,4 \times 0,6 \times 3835 \times 1,05 \times 0,6 \times 0,1538}{0,35} = 433,17 \text{ (грн)}.$$

Річні витрати на амортизацію будинку

$$I_{a.буд} = \frac{K_{буд} \cdot a_{буд}}{100}, \text{ де}$$

- $K_{буд}$ – капітальні вкладення в будинок
- $a_{буд}$ – повна норма амортизаційних відрахувань по будівлям, $a=5$.

$$I_{a.буд}^B = I_{a.буд}^H = \frac{4160 \times 5}{100} = 208 \text{ (грн)} - \text{ для базової та нової}$$

моделей.

Річні витрати на утримання та поточний ремонт визначаємо за формулою:

$$I_{у.буд} = F \cdot \gamma \cdot N_{пл}, \quad \text{де:}$$

- $N_{пл}$ – річні витрати на утримання 1м^2 площі.

Витрати на опалення, освітлення, вентиляцію та поточний ремонт складають $N_{пл} = 27,1 \text{ (грн/місяць)} \times 12 \text{ (місяців)} = 325,2 \text{ (грн)}$

$$I_{у.буд}^H = I_{у.буд}^B = 2,6 \times 4 \times 325,2 = 3382,08 \text{ (грн)} - \text{ для нової та}$$

базової моделей.

Отже, дана установка була розроблена спеціально для ремонту фільтрів, які до цього часу ремонтували за кордоном. Ціна ремонту 1 фільтра становила 13500, обсяг фільтрів за 1 рік – 10 шт., тобто витрати на ремонт становили 135000 на рік. Вартість установки 229291 грн. Період за який вона окупиться становить 21 місяць.

10. Розробка стартап-проекту

Стартап як форма малого ризикового (венчурного) підприємництва впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок (із появою Інтернету як інструменту комунікацій та збуту стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, перетинати кордони між ринками різних країн), і вважається однією із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап-проектів загальна маса інноваційних ідей зростає.

Проте створення та ринкове впровадження стартап-проектів відзначається підвищеною мірою ризику, ринково успішними стає лише невелика частка, що за різними оцінками складає від 10% до 20%. Ідея стартап-проекту, взята окремо, не вартує майже нічого: головним завданням керівника проекту на початковому етапі його існування є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес-модель, що починається із формування концепції товару (послуги) для визначеної клієнтської групи за наявних ринкових умов.

Розроблення та виведення стартап-проекту на ринок передбачає здійснення низки кроків, в межах яких визначають ринкові перспективи проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів.

Метою розділу є формування інноваційного мислення, підприємницького духу та формування здатностей щодо оцінювання ринкових перспектив і можливостей комерціалізації основних науково-технічних розробок, сформованих у попередній частині магістерської дисертації у вигляді розроблення концепції стартап-проекту в умовах висококонкурентної ринкової економіки глобалізаційних процесів.

Завдання розділу полягає в маркетинговому аналізі перспектив реалізації запропонованих магістрантом науково-технічних рішень та пропозицій, оцінювання можливостей їх ринкового впровадження.

10.1 Опис ідеї проекту (товару, послуги, технології)

Перші три пункти подаються у вигляді таблиці (табл. 1) і дають цілісне уявлення про зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 1. Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Установка для зварювання кришок фільтру.	1.Машинобудування	1. Ремонт та відновлення фільтра більш економічно вигідно ніж покупка нового.
	2. Зварювальне виробництво	
	3. Оборонна промисловість	
	4.Суднобудівна промисловість	

10.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Процес ремонту та відновлення фільтрів складається з двох етапів:

- Різання;
- Зварювання;

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (табл. 2,3):

Таблиця 2. Технологічна здійсненність ідеї проекту різання

№ n/n	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
	Ремонт та відновлення фільтрів кріогенної установки.	Плазмове різання	Технологія наявна	Доступна
		Лазерне різання	Технологія наявна, потрібна добробка	Не доступна
		Газове різання	Технологія не наявна	Доступна

Таблиця 3. Технологічна здійсненність ідеї проекту зварювання

№ n/n	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
	Ремонт та відновлення фільтрів кріогенної	MIG/MAG – плавким електродом	Технологія наявна	Доступна
		TIG – не плавким електродом	Технологія наявна, потрібна добробка	Не доступна

	установки.			
		РДЗ (при наявності спеціальних електродів типу FOX A 7-A, FOX CN 23/12 Мо-A і т.д.	Технологія не наявна, потрібна доробка	Доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: За результатами аналізу двох таблиць ми можемо прийти до висновку, що ідея проекту ремонт та відновлення фільтрів криогенної установки технічно можлива, тому вибираємо плазмове різання та зварювання MIG/MAG – плавким електродом.				

10.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Визначаються потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 3).

Таблиця 3. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ n/n	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
				1.Ремонт

	Ремонт та відновлення фільтрів	Машинобудування, зварювальне виробництво. оборонна промисловість, суднобудівна промисловість	Відмінність стандартів, технічних регламентів	повинен бути виконаний якісно. 2. Не повинно бути зовнішніх пошкоджень, або деформацій.
--	--------------------------------	--	---	--

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 4) на основі виділених ринкових загроз та можливостей. Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення. Наприклад: зниження доходів потенційних споживачів – фактор загрози, на основі якого можна зробити прогноз щодо посилення значущості цінового фактору при виборі товару та відповідно, – цінової конкуренції (а це вже – ринкова загроза).

Таблиця 4. SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вчасна заміна складових фільтру (до їх повного зношення). - якісне опрацювання замовлення на етапі обробки деталі. 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - відсутність досвіду виробництва - маловідомість нашого виробництва
--	--

<ul style="list-style-type: none"> - Мінімізація економічних витрат - мала конкуренція на ринку 	
<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - розширення інформації про можливості нашого проекту - можливість використання маркетингу в соціальних мережах 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> - зниження доходів частини клієнтів - поява інших конкурентів на внутрішніх ринках

Висновок: проект ремонт та відновлення фільтрів кріогенної установки має можливість ринкової комерціалізації, аналізуючи ринок можна побачити, що дана послуга є зовсім новою на нашому ринку, гарна динаміка росту ринку. Перспективи виходу на ринок є, тому що в даний час наш проект має високу конкурентоспроможність. Доцільне подальше впровадження даного проекту.

Список літератури

1. Каховский Н.И., Фартушный В.Г., Ющенко К.А. «Электродуговая сварка сталей.» Справ. – К.: Наук.думка, 1975. 480с.
2. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Технология и оборудование сварки плавления» /Сост. И.Ф. Коринец. – К.:КПИ, 1988. – 76 с.
3. Інтернет ресурс - <http://www.splav-kharkov.com/>
4. Інтернет ресурс - <http://www.moccklad.ru/>
5. Інформаційні документи, презентації фірм «Abicor Binzel» та «Fronius»
6. Чвертко А.И., Патон Б.Е., Тимченко В.А. «Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки.» – М.: Машиностроение, 1981. – 264 с.
7. Левченко О.Г. «Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві. Навчальний посібник для студентів зварювальних спеціальностей.»— К.: Основа, 2004.— 98 с.
8. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту бакалавра / Уклад. С. К. Фомічов, В. А. Пахаренко, І. О. Скачков, В. І. Голошубов, Є. П. Чвертко, В. П. Бойко, О. Г. Левченко, Л. А. Кузьменко. Під заг. ред. С. К. Фомічова, 2010. – 95 с.
9. Технологічне устаткування. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.050504 "Зварювання" спеціальності "Зварювальні установки" / Укладач В. А. Пахаренко. 2012. – 119 с.
10. Лебедев В.А., Плющ Д.В. «Системы подачи электродной проволоки механизированного оборудования для сварки и наплавки» - К.:Основа, 2013.